Wood's Coating by Polymeric Materials for Fire Resistance

Hazim Falah Hassan
Technical Education, Al-Anbar
abotiba2005@yahoo.com
Dr. balkees Mohmmed Dhaiaa
Applied sciences Department, University of Technology/ Baghdad

Received on: 23/6/2010 & Accepted on: 5/5/2011

ABSTRACT

The research involves using phenol – formaldehyde (Novolak) resin for making Novolak compact with hexamethyltetraamine (HMTA) in different ratio (15%) and (20%) by weight , also this work involves preparing composite material by using Novolak as a matrix , while flint was used as resin forcing material and making composite compact with ratio of hardener (15%) and (20%) by weight. The research was studied some of thermal properties such as thermal conductivity and thermal Erosion resistance. The results show that the flint and increasing the (HMTA) leads to increase thermal Erosion resistance and thermal conductivity . The results show that the immersion in water leads to increase thermal conductivity .

طلاء الأخشاب بمواد بوليمرية مقاومة للحريق

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة باستخدام (راتنج الفينول – فورمالديهايد) نوع (نوفولاك) في تكوين مكبوسات باستخدام مصلد (HMTA) وبنسبة (15%) وزنا" مرة و(20%) وزنا" مرة اخرى ، كما تم تحضير متراكب النوفولاك كمادة اساس للمادة المتراكبة باستخدام مادة الفلنت كمادة مقوية وتكوين مكبوسات منها وبنفس نسبه المصلد (15%) وزنا" مرة و(20%) وزنا" مرة اخرى .

تضمن مشروع البحث دراسة بعض الخصائص الحرارية فقد تم دراسة التوصيلية الحرارية واختبار مقاومة التقشير الحراري وبصورة عامة أظهرت النتائج العلمية ان اضافة الفلنت وزيادة نسبة المصلد ادى الى زيادة مقاومة التقشير الحراري والتوصيل الحراري ومن خلال النتائج تم التوصل الى ان غمر النماذج في الماء العادي ادى الى زيادة التوصيل الحراري.

الكلمات المرشدة:- نوفولاك، فلنت، مواد متراكبة، خشب زان، تقشير

https://doi.org/10.30684/etj.30.17.14
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

المقدمة :

تعتبر كيمياء البوليمرات او كيمياء الجزئيات الكبيرة من العلوم الحديثة التي تتعامل مع التصنيع الكيميائي والخواص الكيميائية للبوليمرات او الجزيئات الكبيرة . وتعرف البوليمرات انها مركبات كيميائية عملاقة تتكون من عدد كبير من المجاميع الذرية المرتبطة مع بعضها بوساطة اواصر كيميائية مكونة سلاسل طويلة وترتبط هذه الذرات فيما بينها بنوعين من الاواصر ، كيميائية وبينية intermolecular وتختلف عن بعضها بمقدار الطاقة والطول .

تصنف البوليمرات على وفق استخداماتها الصناعية الى :

أ- الراتنجات المطاوعة للحرارة : (Thermoplastic Resins)

وهي بوليمرات خطية (Linear polymers) تتميز بارتباطها بأواصر فاندر فالز الضعيفة (weak Vander vales Bond) لذا عند تسخينها سوف تلين المادة وتنساب وبالإمكان اعادة تشكيلها لمرات عديدة وبفعل الحرارة ومن انواع البوليمرات المطاوعة للحرارة هي بولي اثلين (polyethylene)وبولي بروبلين (polypropylene) وبولي ستايرين (polystyrene)[2 ، 1] .

ب- الراتنجات المتصلدة بالحرارة : (Thermosetting Resins)

تعاني هذه البوليمرات تغيرات كيميائية عند تسخينها فتتشابك فيها السلاسل البوليمرية وتصبح هذه البولميرات بعد معاملتها حراريا" غير ذائبة ، قابلة للانصهار ورديئة التوصيل الحراري والكهربائي لذا تستخدم كمواد عازلة للحرارة والكهرباء . وعادة تتميز هذه البوليمرات بدرجة عالية من الربط التقاطعي (Cross linking) حيث تكون مادة قوية وذات جسادة عالية ومن اهم انواع هذه البوليمرات راتنجات الفينول فورمالديهايد وراتنج البوربا فورمالديهايد[4 ، 3]

الخواص الحرارية : (Thermal properties)

تمتاز المواد المتراكبة ذات الوسط الراتنجي بخواص حرارية تفوق المواد الاخرى . ان اغلب التطبيقات ومنها الفضائية تحتاج الى مواد ذات قابلية عالية على تحمل الدرجات الحرارية عالية والتي تعمل كواقيات حرارية . لذلك تم دراسة الخصائص الحرارية لتحديد المكان المناسب الذي يمكن ان تستخدم في هذه المواد[5] .

تأثير الحرارة في المواد البوليمرية : (Thermal Effect on polymers)

عند تعرض الراتنجات لحرارة عالية فأنها سوف تتحلل حراريا" وان جزء من هذه البوليمرات المتحلله سوف تنتج غازات نتيجة التفاعلات الكيمياوية وبالتالي يؤدي الى فقدان جزء من وزن المادة الاصلية . تدعى هذه الظاهرة بظاهرة التقشير (Ablation) . نستعمل الراتنجات عادة في صناعة مثبطات الحريق (retardant fire) وذلك باستخدامها مواد اضافية (Additives and Fillers) وذلك لتحسين مواصفة الراتنج المستخدمة كمواد تقشيرية (Ablative Materials) . يتم تحديد درجة العازلية الحرارية للراتنجات ومتراكباته بالمعادلة الاتية[6] :

$$Er = \frac{d}{bt} \qquad .....(1)$$

حيث ان :

Er : معدل التعرية (Erosion Rate) وتقاس بوحدات (mm/sec) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

d : سمك العينة وتقاس بوحدات (mm) .
bt : زمن الاحتراق ويقاس بوحدات (Sec) .

التوصيلية الحرارية : (Thermal Conductivity)

يتم انتقال الطاقة الحرارية عبر المادة باليات مختلفة اعتمادا" على الحالة التي نتعامل معها ففي المواد الصلبة يتم الانتقال بالتوصيل حيث تنتقل الطاقة بسبب تهيج الجزيئات من موقع الى اخر مصحوبا" بتغير درجة الحرارة ،وتختلف الالية تبعا" لكون المادة الصلبة موصلة او عازلة ، ففي المواد الموصلة تنتقل الحرارة عبر المادة بالالكترونات الحرة الموجودة في البنية ، اما في حالة المواد العازلة فلا وجود للالكترونات الحرة ، لذلك تنتقل الحرارة بالية مختلفة تتم بموجات مرنة (Elastic waves) ناتجة عن تذبذب الجزيئات التي تنقل هذه الذبذبة الى الجزيئات التي تجاورها نتيجة ارتباطها معا" بالاواصر وبذلك تنتقل الذبذبة من الطرف الساخن الى الطرف البارد بهيئة موجات مرنة تسمى الفونونات [8 ، 7] . تعد المواد البوليمرية من المواد رديئة التوصيل للحرارة ولها موصلية مقدارها $(0.3.w.m^{-1}.k)$ أو أقل في حين ان الموصلية الحرارية للنحاس مثلا" $(400.w.m^{-1}.k)$ [9].

الجزء العملي

1- تحضير خليط النوفولاك مع (HMTA) الطريقة الجافة(Dry Method).

تم استخدام دقائق من الفلنت (Flint particles) ذو منشأ محلي كمادة تقوية لمادة النوفولاك المنتجة من شركه ذات الصواري والفلنت عبارة عن مسحوق ناعم متكون من ثاني اوكسيد السليكون (SiO_2) وله حجم حبيبي يقدر بـ(325 Mesh).

تم تحضير خليط النوفولاك مع (HMTA) الطريقة الجافة(Dry Method) وذلك بنسب وزنية مقاديرها (15%) و (20%) من(HMTA). ويضاف الفلنت بنسبة وزنية مقدارها (10%) الى خليط النوفولاك مع المصلد.وبعد ذلك تجرى عملية كبس بضغط (5bar) بحيث يتم إجراء عدة محاولات باستخدام اوزان مختلفة من الخلائط لنحصل على الكمية المطلوبة للحصول على نماذج ذات قطر (4cm) و سمك (1cm) وذلك لاجراء اختبار التوصيلية الحراريةبعد غمر النماذج في ماء اعتيادي وفي درجه حراره الغرفه.

2- الطريقة الرطبة (wet Method) .

بعد تحضير الخليط (Novolak – HMTA) بنسبة (15%) و (20%) من HMTA وخليط(Novolak – HMTA) مع (10%) الفلنت ، ثم أخذ جزء من هذه الخلائط واذابتها في كحول الايثانول وباستعمال خلاط ذي سرعة عالية حيث تتم اضافة المسحوق بصورة تدريجية الى الكحول لمنع حدوث تكتل وتستمر عملية الخلط حتى اذابة المسحوق بالكامل مدة (20-30) دقيقة استخدمت هذه الطريقة في قياسات اختبار مقاومة التقشير الحراري حيث تم طلاء وجه واحد من نماذج الخشب بسمك (2mm) ولكافة انواع الخشب(الجام،الزان،الجاوي) المستخدمة في هذا الاختبار بالخليطين . وبعدها يتم تجفيفها في فرن درجة حرارته (80C°) مدة ساعتي.

المناقشة والاستنتاجات

اختبار الموصلية الحرارية : (Thermal Conductivity Test)

يقصد بالموصلية الحرارية هو انتقال الطاقة من جسم الى اخر بأليات مختلفة . المادة الصلبة تتكون من ذرات والالكترونات على وفق ترتيب دوري يدعى بالشبكة (Lattice) ، لذلك فان انتقال الطاقة الحرارية ينتج عن طريق هجرة الالكترونات الحرة والموجات الاهتزازية للشبكة وهذا يعني ان الموصلية الحرارية هي مجموع المركبات الالكترونية والمركبة الشبكية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ففي المواد الموصلة للحرارة مثل المعادن فان المركبة الالكترونية اكبر بكثير من المركبة الشبكية اما المواد العازلة فالتوصيلية تعتمد على الفونونات الشبيكة (Lattice Phonons)[10].

تم حساب الموصلية الحرارية للمكبوسات ذات قطر (4cm) وسمك(1cm) باستخدام قرص لي(الماني المنشأ) ، حيث اظهرت النتائج وكما موضح في الرسوم البيانية (1) و (2) ، ان التوصيل الحراري للنوفولاك المدعم بالفلنت اعلى مما هو في النوفولاك وحده وذلك كون ان المواد المتراكبة المدعمة بالدقائق تحتوي على فراغات اقل مما يجعل عملية انتقال الطاقة الحرارية خلال المادة الراتنجية عملية سهلة وهذا نفسه يوضح زيادة الموصلية الحرارية عند زيادة نسبة المادة المصلدة (HMAT) بنسبة (20%) وزنا" حيث ان زيادة الربط التقاطعي في البوليمرات المتصلدة بالحرارة سوف تزيد من الموصلية الحرارية[11] . كما نلاحظ ان الموصلية الحرارية تزداد بزيادة غمر النماذج في الماء وذلك كون ان الماء موصل جيد للحرارة فخلال تغلغل الماء الى المسامات وبمرور الوقت سوف تزداد الموصلية الحرارية (K) .

اختبار مقاومه التقشير الحراري : (thermal Erosion resistance Test) :

يعد اختبار **مقاومة التقشير الحراري** بتسليط شعلة اوكسي-استيلينيه بدرجه حرارة $3000C^{o}$)°) ولمسافة (30cm)على مادة راتنج النوفولاك ومتراكباته مهمة بتحديد قابلية هذه المواد على درجة عازليتها للحرارة . حيث تعاني طبقة طلاء النوفولاك ومتراكباته على مادة الخشب تغيرات تتضمن حصول تمدد حراري بمقدار ضئيل في بداية تسليط الشعلة ولكن بمرور الوقت سوف تعاني المادة تفككا حراريا يؤدي الى توليد غازات تستمر بحيث تؤدي الى ارتفاع قيمة الضغط الداخلي للغازات المتولدة وبالتالي يحصل تمدد كيميائي حراري مما ينتج عنه زيادة مسامية طبقة الطلاء واذا ما استمر تسليط الشعلة سوف يلاحظ اندفاع الغازات من خلال شقوق على طبقة الطلاء بشكل تيار يصاحبه انكماش في طبقة الطلاء والذي يعزى اليه حدوث الاستعادة لحالة المرونة للمادة[12 ، 13] .

لقد بينت نتائج الدراسة من خلال الاشكال (3)، (4) و (5) ان افضل مقاومة للتقشير الحراري (**thermal Erosion resistance**) تم الحصول عليها كانت لنموذج خشب إلجام المطلي بطلاء النوفولاك المدعم بالفلنت. لقد تم حساب مقاومة للتقشير الحراري من خلال تسليط الشعلة الحرارية على نماذج الخشب المطلي وملاحظة تغيير لون الخشب ولفترات معينة عندها يتم تسجيل زمن تغير طبقه طلاء الخشب وتطبيق المعادلة (1) ولتعزيز النتائج تم حساب مقدار النسبة المئوية لفقدان بالوزن لطبقة الطلاء حيث ان مقدارنسبة الفقدان لطبقة الطلاء على خشب الجام لكل انواع الطلاءات هو اقل مما هو في حالة انواع الخشب الاخرى وكما مبين في الرسوم (6) ، (7) و(8) .

الاستنتاجات

من خلال إجراء البحث ودراسة التدعيم بدقائق الفلنت لمادة راتنج الفينول – فورمالديهايد (النوفولاك) وحسب المصلد هيكسا ميثلين تترامين ثم التوصل الى أهم الاستنتاجات الخاصة بهذه الدراسة :

1- لقد أثبتت النتائج ان التوصيل الحراري لمتراكبات النوفولاك اعلى من التوصيل الحراري لمكبوسات النوفولاك كما إن زيادة نسبة (HMTA) ادت الى زيادة التوصيل الحراري للنماذج كافة .
2- اثبتت النتائج ان الغمر في الماء يزيد من الموصلية الحرارية .
3- ان اضافة الفلنت كمادة مدعمة اعطى دورا" ايجابيا" في زيادة مقاومة التقشير الحراري لطبقة الطلاء على الأخشاب إمام الشعلة الاوكسي – استيلنية ولكلا النسبتين لـ (HMTA) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

REFERENCES

[1].Bolton, W., Engineering materials technology , 3ed , edition .

[2].Thonton, and V.jcolangelo P.A.,"Fundamental of Engineering Materials " , prentice-Hall , Inc (1985) .

1- [3] د. كوركيس عبدال أدم ، د. حسين علي كاشف الغطاء ،"تكنولوجيا وكيمياء البولميرات "، البصرة ، (1983) .

[3]. Cowle Polymers, J.M.G.: "Chemistry and Physics of Modern Materials".

[4]. Hederson, J.B M.R. Tant , M.B. Dohety and E.F.Obrien , " Composites" , Vol.18 , No.3 ,PP.(205-214) , July (1987) .

[5].ASTM , " Annual Book of As TM Standard " , Section 15 – General Products , Chemical , Specialties and Products , Vol.15.03 , (1985) .

2- [6]م.و. زيمانسكي و ر. هـ. رثيمان ، ترجمة د. محسن سالم رضوان و د. عبدالرزاق عبدالفتاح ، "الحرارة والديناميكا الحرارية " ، دار مكجروهيل للنشر ، مصر ، (1982) .

[7].A.M.Collieu and D.J. Powney , " The mechanical and thermal properties " , Butter and Tanner , London , (1973) .

[8].B.Tarrev , " Physics of Dielectric Material " , Mer Publishers , Moscow , (1975) .

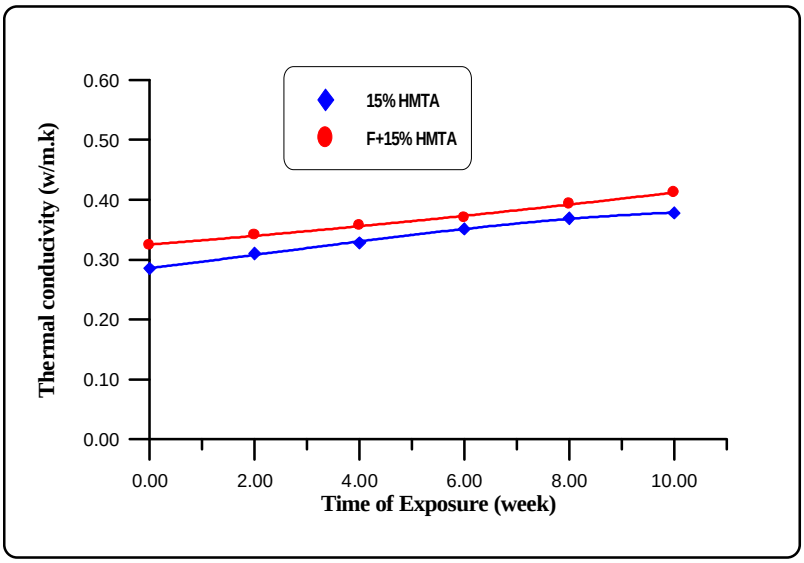
[9] ابراهيم ابراهيم شريف ، " الفيزياء (1) الحرارة وخواص المادة والصوت " ، منشورات دار الراتب للابحاث الجامعية ، بيروت – لبنان ، (1983).

[10]. Kowska, E.Pior Thermal conductivity of polymer , " International Polymer Science and Technology " , Vol.12 , No.10 , (1985) .

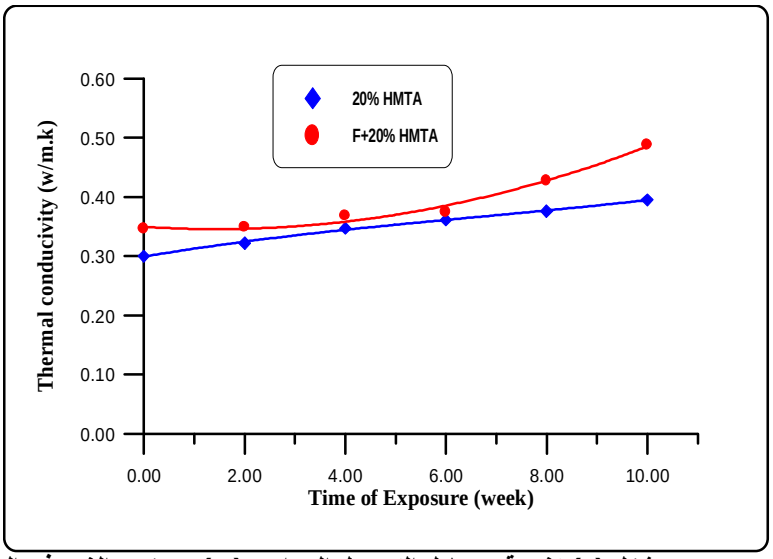
[11].Water E.Driver , " Plastics Chemistry and Technology " , Van Nostrand Reinhlod Company , (1971) .

[12]. Hedersan , J.B. M.R.Tant , M.P.Dohety and E.F.Oberien , " Composite " , Vol.18 , No.3 , July , PP.(205-214) , (1987) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

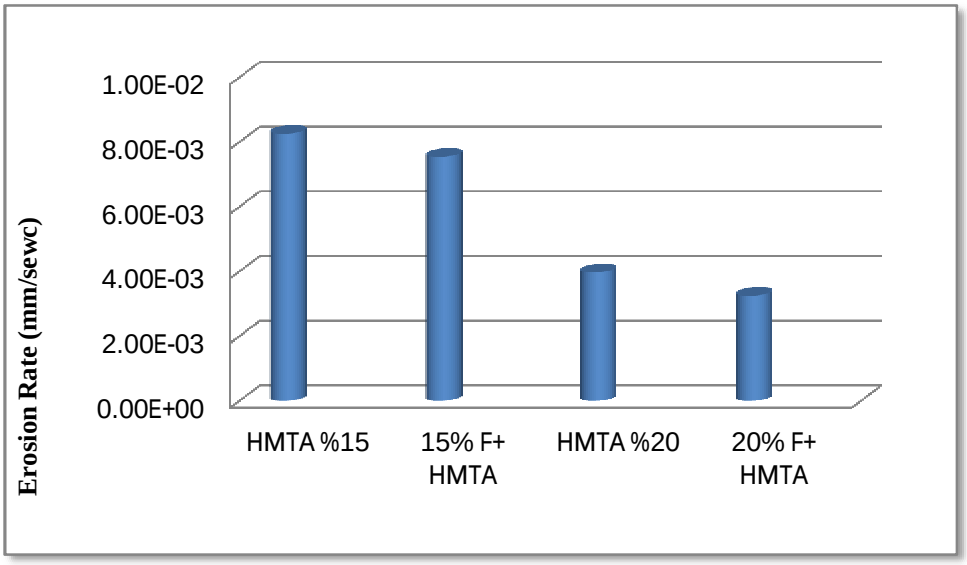


شكل (1) تغير قيم معامل التوصيل الحراري (K) مع زمن الغمر في الماء العادي لنماذج النوفولاك ومتراكباته.

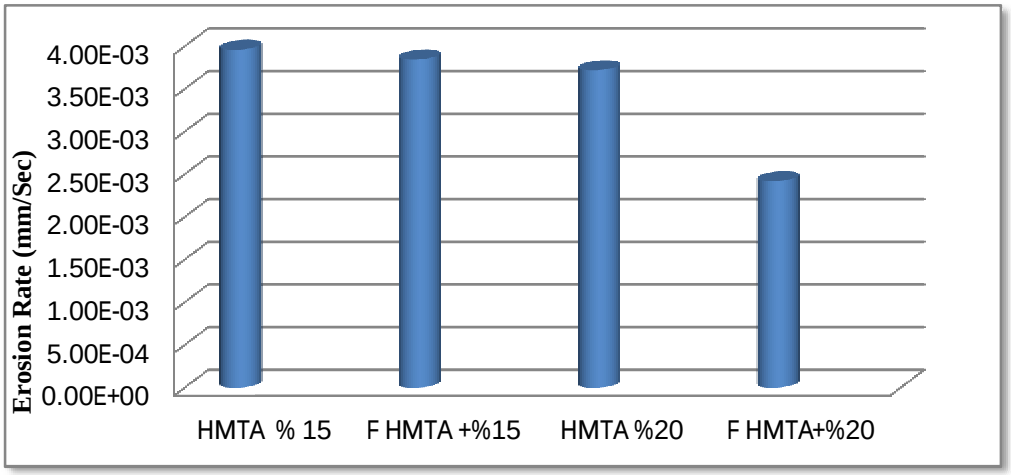


شكل (2) تغير قيم معامل التوصيل الحراري (K) مع زمن الغمر في الماء العادي لنماذج النوفولاك ومتراكباته.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

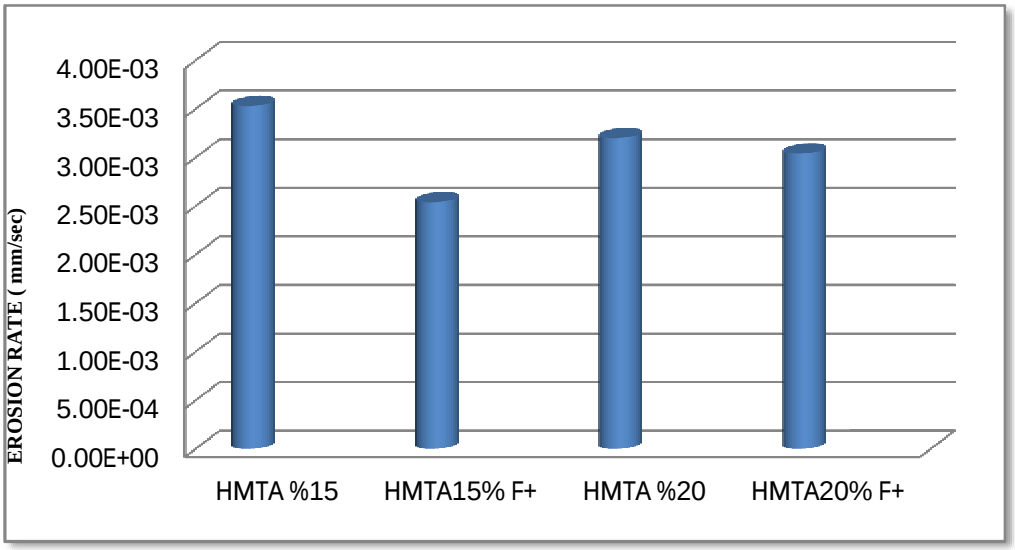


الشكل (3): يبين معدل التعرية (Erosion resistance) لطلاء النوفولاك ومتراكباته على خشب الجاوي.

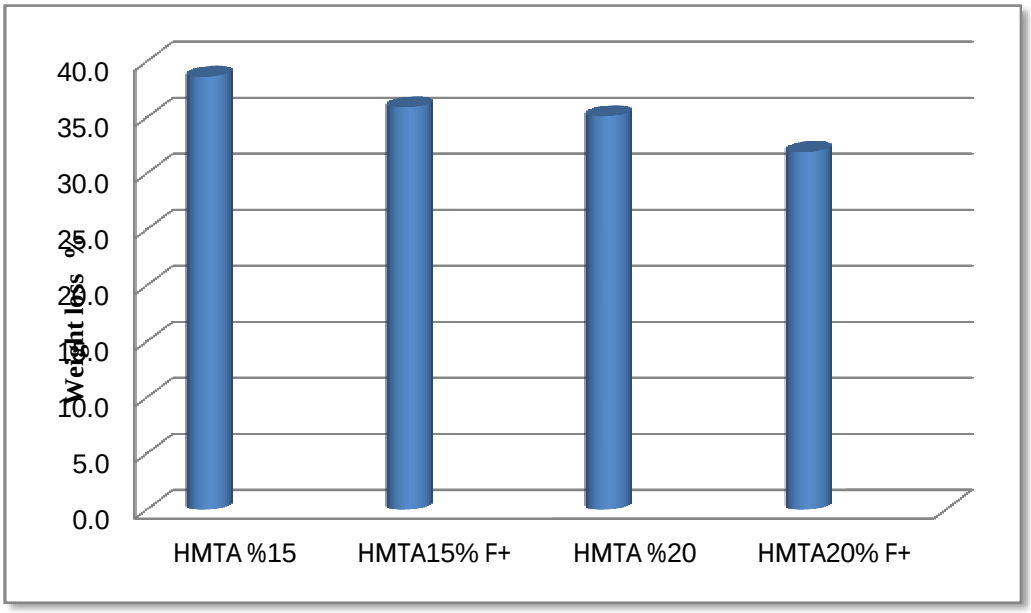


الشكل (4): يبين معدل التعرية (Erosion resistance) لطلاء النوفولاك ومتراكباته على خشب الزان.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

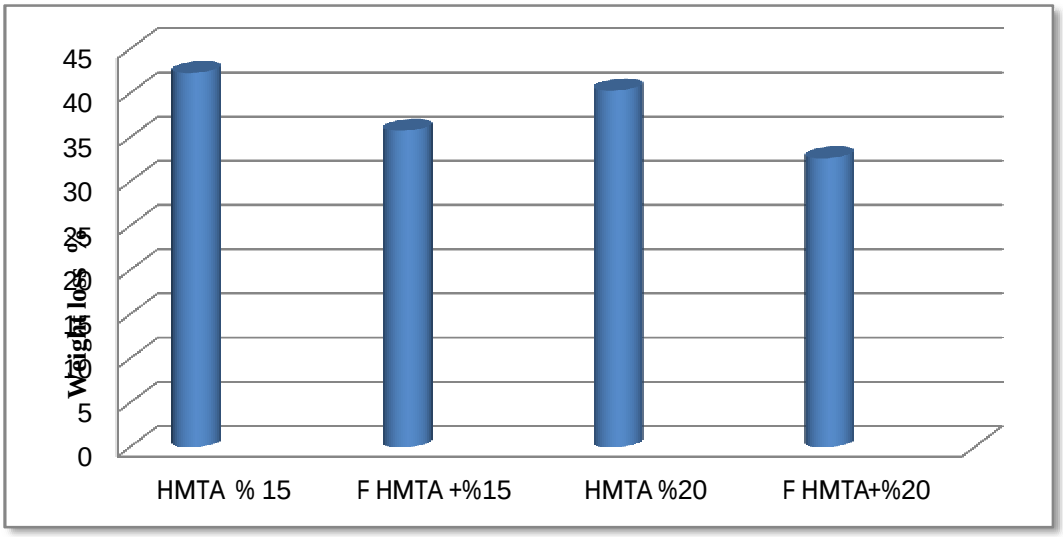


الشكل (5): يبين معدل التعرية (Erosion resistance) لطلاء النوفولاك ومتراكباته على خشب إلجام

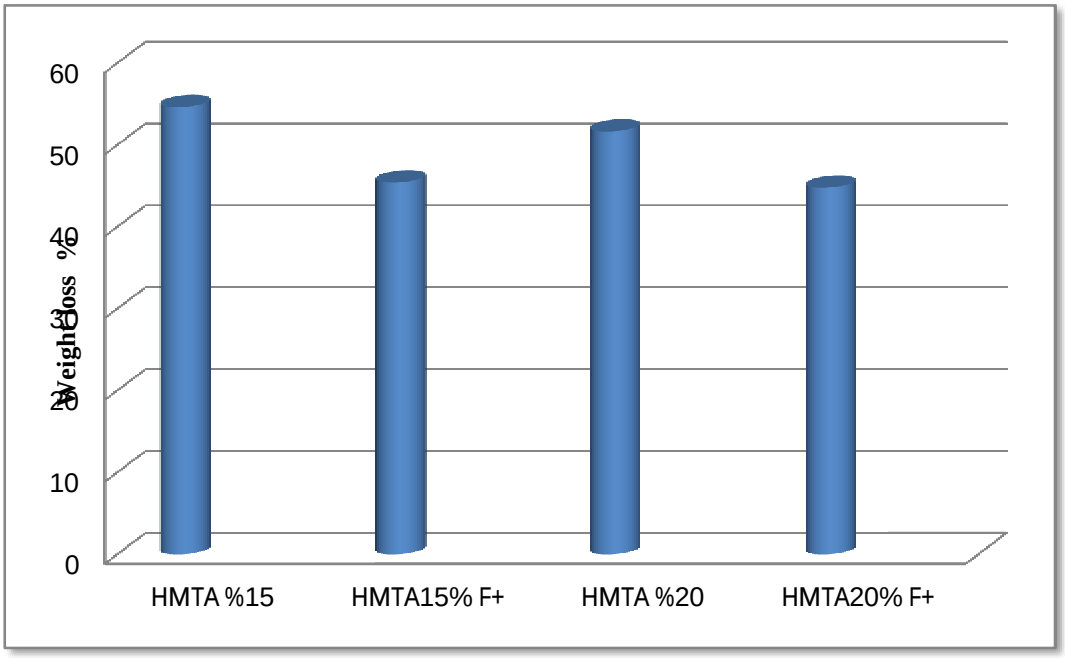


الشكل (6): يبين النسبة المئوية للفقدان بالوزن بعد الحرق بطلاء النوفولاك ومتراكباته على خشب إلجام

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل (7): يبين النسبة المئوية للفقدان بالوزن بعد الحرق لطلاء النوفولاك ومتراكباته على خشب الزان



الشكل (8): يبين النسبة المئوية للفقدان بالوزن بعد الحرق لطلاء النوفولاك ومتراكباته على خشب الجاوي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com